

DIALOG(R)File 352:Derwent WPI  
(c) 2000 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.  
007648888      \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1988-282820/198840

Doping impurities into semiconductor material - by forming impurity-doped  
amorphous silicon on semiconductor, and irradiating with laser beams

NoAbstract Dwg 1-3/4

Patent Assignee: NEC CORP (NIDE )

Number of Countries: 001    Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
<b>JP 63208214</b>	A	19880829	JP 8741913	A	19870224	198840 B

Priority Applications (No Type Date): JP 8741913 A 19870224

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 63208214	A	3		

Title Terms: DOPE; IMPURE; SEMICONDUCTOR; MATERIAL; FORMING; IMPURE;  
DOPE;AMORPHOUS; SILICON; SEMICONDUCTOR; IRRADIATE; LASER; BEAM;  
NOABSTRACT

Derwent Class: L03; M13; U11

International Patent Class (Additional): H01L-021/22

File Segment: CPI; EPI

**RECEIVED**  
DEC 19 2000  
TECHNOLOGY CENTER 2800



DIALOG(R)File 347:JAPIO  
(c) 2000 JPO & JAPIO. All rts. reserv.  
02591314      \*\*Image available\*\*

## DOPING METHOD

PUB. NO.: **63-208214** [JP 63208214 A]

**PUBLISHED:** August 29, 1988 (19880829)

INVENTOR(s): OKUMURA FUJIO

SERA KENJI

**APPLICANT(s): NEC CORP [000423] (A Japanese Company or Corporation), JP  
(Japan)**

APPL. NO.: 62-041913 [JP 8741913]

**FILED:** February 24, 1987 (19870224)

INTL CLASS: [4] H01L-021/22; H01L-021/225

JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)

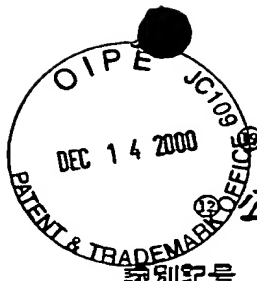
JAPIO KEYWORD:R002 (LASERS); R096 (ELECTRONIC MATERIALS -- Glass Conductors)

JOURNAL: Section: E, Section No. 698, Vol. 12, No. 498, Pg. 9,  
December 24, 1988 (19881224)

## ABSTRACT

**PURPOSE:** To facilitate satisfactory impurity doping and avoid a harmful influence upon other elements and wirings by a method wherein an amorphous silicon film is formed on a semiconductor material and a laser beam is applied to the amorphous silicon film from the above to raise the temperatures of the amorphous silicon film and the semiconductor material and to dope the semiconductor material with an impurity.

**CONSTITUTION:** An amorphous silicon film 2 containing an impurity such as boron or phosphorus is formed on a semiconductor material. A laser beam 3 is applied to the amorphous silicon film 2 from the above to raise the temperatures of the amorphous silicon film 3 and the semiconductor material and to dope the semiconductor material with the impurity. In other words, the laser beam 3 is particularly absorbed in the part of the amorphous silicon film 2 and that part is melted first. Also the surface of the silicon wafer 1 is melted by the heat and the melted part is doped with P in the amorphous silicon film 2. The advantage of this doping method is that the amorphous silicon which facilitates lowering of the energy density of a laser has a ten times larger absorption coefficient than single crystal silicon even in the wavelength range of an excimer laser and the most part of the light beam is absorbed in a very shallow part so that the energy density required for melting can be low. With this constitution, damages given to the other elements and wirings between the elements can be reduced substantially.



日本国特許庁(JP)

⑪特許出願公開

公開特許公報(A)

昭63-208214

⑤Int.Cl.<sup>4</sup>

H 01 L 21/22  
21/225

識別記号

庁内整理番号

E-7738-5F  
P-7738-5F

④公開 昭和63年(1988)8月29日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

④発明の名称 ドーピング方法

①特 願 昭62-41913

②出 願 昭62(1987)2月24日

⑦発 明 者 奥 村 藤 男 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内  
⑧発 明 者 世 良 賢 二 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内  
⑨出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号  
⑩代 理 人 弁理士 内 原 晋

RECEIVED  
DEC 19 2000  
TECHNOLOGY CENTER 2800

## 明 細 書

### 1. 発明の名称

ドーピング方法

### 2. 特許請求の範囲

(1) 半導体材料上に、ボロン、リン、ヒ素、アンチモン等の不純物を含んだ非晶質シリコンを形成し、上方よりレーザ光を照射し、該非晶質シリコン及び該半導体材料を昇温して該半導体材料に不純物をドーピングすることを特徴とするドーピング方法。

### 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は半導体材料への不純物のドーピング、特にレーザを用いたドーピング方法に関する。

(従来の技術)

半導体材料への不純物ドーピング方法には熱拡散による方法、イオンインプランテーションによる方法が良く知られている。近年、集積回路の高集積化に伴い、高濃度ドーピングした浅い接合を作る目的でレーザによるドーピングの研究が始ま

った。接合を浅くするためのレーザとしては波長の短いエキシマレーザ等の紫外光レーザが多く用いられている。例えばKrFレーザによるSiへのSbのドーピング(ファガラシ等、ジャーナル オブ アプライド フィジクス 58(6), 15, 1985. (E.P.Fogarassy, D.H.Lovndes, J.Narayan, and G.V.White: Journal of Applied Physics 58(6), 15 September 1985 p.2167))ではSiウェハ上にSbを蒸着法で50-100Å形成し、これの上からKrFエキシマレーザを照射してドーピングを行っている。また第2図に示すような真空装置を用いた方法もある。図において、4は真空チャンバ、5はドーピング用ガスライン、6は排気ライン、7は石英からなる窓、8はドーピングされる半導体、9はレーザ光である。この真空装置を用い、ドーピングガスにB(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>、レーザとしてArFエキシマレーザを適用してSiウェハ上に0.1μmの深さの接合を作ったものが報告されている(ドウシュ等、アプライド フィジクス レター 38, 144, 1981(T.F. Deutsch, J.C.C.Fan, G.W.Turner, R.L.Capman,

D.J.Ehrlich, and R.M.Osgood: Applied Physics Letters 38, 144, 1981)).、あるいは上記のような真空装置を用い、Siウェハ上に吸着させたドーパントガスをエキシマレーザによって分解しドーピングする方法もある(例えば、カレー等、アイトリプリー エレクトロン デバイス レター EDL-8, 291, 1985(P.G.Carey, I.V.Sigmon,R.L.Press, and I.S.Fahlen, IEEE Electron Device Lett., EDL-6, 291, 1985))。

(発明が解決しようとする問題点)

いずれの方法によっても強い接合を作ることには成功しているが、これらの方法に共通する欠点として、レーザの照射エネルギー密度が大きいという問題がある。これらの実験で使われたエネルギー密度は $1.0 \sim 1.5 \text{ J/cm}^2$ である。単にドーピングのためであれば、この程度の高いエネルギー密度でも問題はないが、実際の半導体デバイスの場合には他の素子や、素子間の配線等が存在し、このエネルギー密度ではそれらのものを破壊してしまうおそれがある。例えば、金属によっては $1.0 \text{ J/cm}^2$ 以下

のエネルギー密度でも簡単に飛散する。もちろん、これは表面状態によって異なる。また飛散までには到らなくても熔融による短絡、配線の切断のほか他の素子の不要な部分までアニールしてしまうおそれもある。しかし、これらの方法を用いる限り、この程度のエネルギー密度のレーザ光を用いなければドーピング効率は極端に低下して実用にならない。

本発明の目的は上記従来技術の欠点を除去せしめ、低エネルギー密度のレーザ光を用いて良好な不純物ドーピングを可能ならしめ、他の素子や配線等に悪影響を与えないドーピング方法を提供することにある。

(問題点を解決するための手段)

本発明は半導体材料上に、ボロン、リン、ヒ素、アンチモン等の不純物を含んだ非品質シリコンを形成し、上方よりレーザ光を照射し、該非品質シリコン及び該半導体材料を昇温して該半導体材料に不純物をドーピングすることを開発とするドーピング方法である。

(実施例)

以下に本発明の実施例を示す。

(実施例1)

第1図は実施例のドーピング要領を示す図である。第1図において、1はシリコンウェハ、2は $\text{PH}_3$ を1000ppm混合した $\text{SiH}_4$ ガスをグロー放電法で分解形成した非品質シリコン膜、3は $\text{XeCl}_2$ エキシマレーザ光を示している。第1図において、レーザ光3は特に非品質シリコン膜2の部分で吸収され、この部分がまず最初に熔融する。この熱でシリコンウェハ1も表面が熔融し、非品質シリコン膜2中のP(リン)がこの熔融した部分にドーピングされる。エキシマレーザ光3はパルスレーザで、パルス幅は大体 $100 \text{ nsec}$ であるので、熔融、ドーピング、冷却、固化は瞬時に起こる。本発明のドーピング法の利点は、レーザの低エネルギー密度化にある。非品質シリコンは単結晶シリコンに比べ吸収係数がエキシマレーザの波長域でも1桁以上大きく、きわめて薄い部分でほとんどの光が吸収される。従って、熔融を起こすためのエネルギー密

度が低い。この部分が熔融してしまえばSiの表面も深く溶かすことができるため、極めて強い接合を低エネルギー密度で作ることができる。

非品質シリコンと多結晶、単結晶シリコンの熔融のされ方の違いを見るために次のような実験を行った。第3図にその実験要領を示す。図において、10は非品質シリコン、多結晶シリコンあるいは単結晶シリコン、11はその上面に形成されたリンを含む $\text{SiO}_2$ 膜、12は上方より照射する $\text{XeCl}_2$ エキシマレーザ光を示している。図において、非品質シリコン及び多結晶シリコンの場合は石英基板上に $3000 \text{ \AA}$ の厚さに形成したもので、単結晶シリコンはシリコンウェハである。この方法でもドーピングは可能である。しかし、それぞれの膜の吸収係数の差に応じてドーピングのされ方に差がでてくる。第4図にその実験結果を示す。図では横軸にレーザエネルギー密度、縦軸にドーピングされた膜のシート抵抗を示してある。ある一定のエネルギー密度を加えないと膜の表面が熔融されないため、シート抵抗の変化は非常に急峻である。図から明

らかなように、非晶質シリコンと多結晶シリコンだけでも熔融に必要なエネルギー密度にはほぼ倍の違いがある。これが単結晶シリコンとなると1桁近い違いがある。ただしこの場合はSiウェハであるので、ウェハ自体がヒートシンクの役目をして余計にエネルギーが必要になっていると考えられる。

この実験から明らかなように、同じシート抵抗を得るために必要なエネルギー密度は非晶質シリコンの方が単結晶シリコンに比べかなり低い。このことは非晶質シリコンの方が光の吸収係数が高いことを示している。この登は、先に述べた他の方法、つまりガス中でレーザドーピングを行う場合でも同じである。従って本発明のドーピング方法に示すようにガス中や、塗布粘着剤の代りに、不純物を含んだ非晶質シリコンを表面に形成し、レーザ光を照射すれば、従来法によるよりもかなり低いエネルギー密度で、ドーピングを行うことができる。

#### (実施例2)

第1図において、Siウェハ1上に $\text{SiB}_x$ 、 $\text{GeH}_x$ 、

$\text{B}_2\text{H}_6$ の混合ガスをグロー放電法により分解形成した非晶質シリコン膜2を形成する。このとき $\text{GeH}_x$ の $\text{SiH}_4$ に対する混合比は数%～数十%、 $\text{B}_2\text{H}_6$ は100ppm程度とした。膜厚はこの場合300Åとした。この例では約 $0.1\text{J}/\text{cm}^2$ で他と同様のシート抵抗を得ることができた。単なる非晶質シリコンの場合に比べてさらにエネルギー密度が低くなっている理由はGeを含んだ非晶質シリコンの光吸収係数がさらに大きいこととGeの融点がSiに比べ低いため、Geを含むSiの融点が通常のSiより低いためである。  
(発明の効果)

以上説明したように本発明のドーピング方法によればドーピングを行うに際し、その必要なエネルギー密度を従来法の少なくとも数分の1以下でよい。他の素子や、素子間の配線に与えるダメージを激減でき、したがって、従来は使用できなかった金属や素子構造の実現を図ることができる効果を有する。

#### 4. 図面の簡単な説明

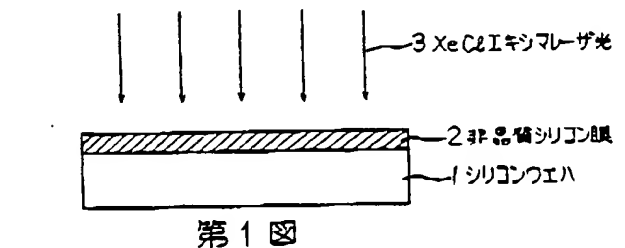
第1図は本発明の実施例のドーピング要領を示

す図、第2図は従来のドーピング要領を示す図、第3図は非晶質シリコンと多結晶、単結晶シリコンの熔融のされ方の違いを説明するための説明図、第4図は第3図の実験例におけるドーピング特性を示す図である。

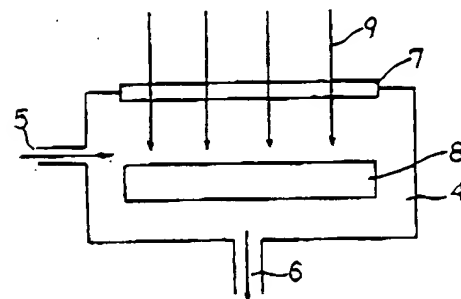
1…シリコンウェハ、2…Pを含む非晶質シリコン、3…エキシマレーザー光

特許出願人 日本電気株式会社

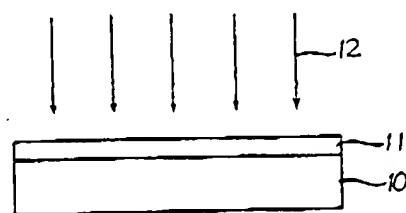
代理人 井理士 内 原



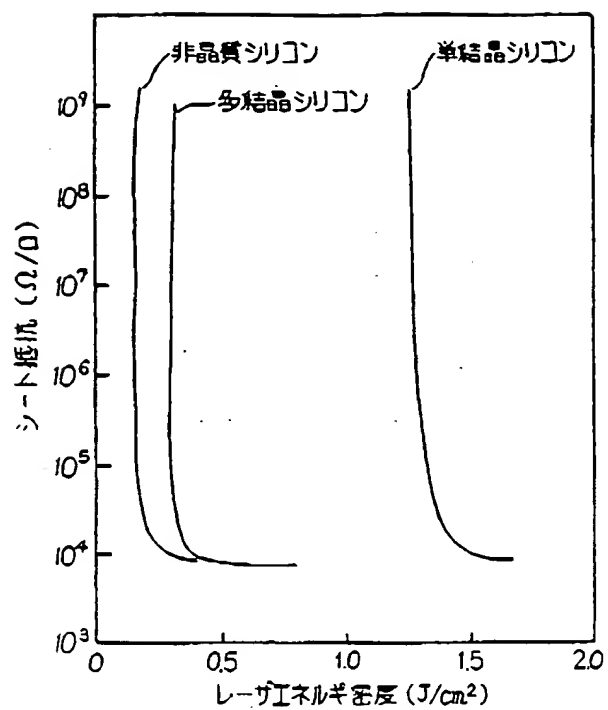
第1図



第2図



第3図



第4図